Über das Lymphgefäßsystem des Frosches.

Von dem c. M. **Prof. C. Langer.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. März 1866.)

Da sich in der letzten Zeit die meisten Forscher nur mit dem Lymphgefäßsystem der höheren Wirbelthiere, insbesondere jenem der Säugethiere beschäftigten, so glaube ich, daß es an der Zeit sei, zu diesen Untersuchungen auch aus der Reihe der niederen Wirbelthiere Objecte auszuwählen. Das hiezu passendste Thier schien mir der Frosch zu sein, schon deshalb, weil er leichter und in größerer Menge zu haben ist, dann aber auch, weil, so viel mir bekannt ist, über sein Lymphgefäßsystem mit Ausnahme einiger neueren Notizen von *Ch. Robin* und *F. v. Recklinghausen* nichts anderes vorliegt, als die älteren Arbeiten von *Panizza* und *Rusconi*. Der Mangel an systematischen neueren Vorlagen überraschte mich aber nicht, als ich selbst an die Arbeit kam und gerade in diesem Thiere ein nicht leicht zu bewältigendes Object kennen lernte. Ich stieß bei der Injection auf Schwierigkeiten, die bei der bekannten Klappenlosigkeit der Röhren kaum zu erwarten waren. Eine der größten davon ist die noch lange nach dem Tode des Thieres fortbestehende Reizbarkeit der Musculatur, insbesondere jener des Darmes, die aber dennoch überwunden werden muß, wenn man nicht Objecte benützen will, die sich bereits im ersten Grade der Fäulniß befinden. Selbst den Mangel an Klappen fand ich nicht durchaus bestätigt. Wesentlich wurde mir aber die Arbeit erleichtert durch das Herbeiziehen zweier anderer zum Froschgeschlechte gehöriger Thiere, der Rana temporaria und der Kröte.

Die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, besteht darin, das Lymphgefäßsystem des Frosches wo möglich in seiner ganzen Ausdehnung zur Darstellung zu bringen, insbesondere aber auch die Wurzeln dieses Systems, so weit sie der anatomischen Technik zugänglich sind, aufzudecken. Ich hoffe nämlich mit der Arbeit auch einiges bei-

zutragen zur Beantwortung der Frage, wie das Lymphröhrensystem an seiner Peripherie begrenzt sei, worüber bekanntermassen die Meinungen noch sehr weit auseinander gehen, so daß wir uns gegenwärtig factisch noch immer in jenem Stadium befinden, in welchem vor 40—50 Jahren, dem damaligen Standpunkte der Physiologie entsprechend, die Frage nach dem anatomischen Verhalten der Blutgefäßcapillaren ventilirt wurde.

Nachdem man sich vielfältig, aber zum Theil ganz vergebens, zum Theil nur unter großem Widerspruche anderer Forscher bemüht hat an den feinsten Lymphröhren besondere Wände histologisch nachzuweisen, so glaubte ich leichter damit dem Thatbestande näher kommen zu können, daß ich in erster Reihe nichts anderes in's Auge faßte, als das topische Verhältniß der darstellbaren feinen Lymphröhrchen zu den Blutgefäßcapillaren, nämlich zu jener Sphäre des Blutgefäßsystems, wo das Blut seine Bestandtheile an die Gewebe abgibt. Ich glaube nämlich, daß gerade die Kenntniß dieses Verhältnisses für die Frage von der peripherischen Begrenzung des Lymphröhrensystems von der größten Bedeutung sei, möglicher Weise sogar in der Sache entscheidend werden könne.

Wie die Sache jetzt liegt, sind eben zwei Fälle möglich. Es sind die Blutcapillaren (nicht die Stämmchen) in den Lymphstrom aufgenommen, so daß die Bestandtheile des Blutes nicht anders als durch das Canalsystem der Lymphe hindurch an die Gewebselemente gelangen können. In diesem Falle hat schon von vorne herein die Annahme sehr viel für sich, daß die Gewebslücken, d. h. die von den Gewebselementen und den Blutgefäßen umgebenen Räume, das angenommene plasmatische Röhrensystem mit dem Lymphröhrensystem in offener Communication stehen und dessen eigentliche Wurzeln vorstellen. Und in der That wird auch von manchen Anhängern dieser Ansicht die Invagination der Blutcapillaren in die Lymphcanälchen ganz consequent als allgemeines Vorkommen hingestellt.

Sind dagegen in der capillaren Sphäre Blut- und Lymphströmchen nur neben einander vorbei, somit unabhängig von einander hinweggelegt, so gewinnt wieder die Annahme mehr Wahrscheinlichkeit, daß Vorkehrungen getroffen sind, den Lymphstrom, sei es durch besondere histologisch charakterisirbare Elemente, oder nur durch Verdichtung des umliegenden Gewebes abzugrenzen. Denn ein frei auslaufender Lymphstrom, der sich blos zwischen den

Gewebselementen verbreitet, ohne aber auch die zwischendurch verlaufenden Blutcapillaren zu umspielen, scheint mir unmöglich.

Ergäbe sich nun dieses letztere Verhältniß, nämlich die anatomische Unabhängigkeit beider Röhrensysteme von einander als ein constantes, dann kann nicht mehr daran gezweifelt werden, daß die den Blutcapillaren entlang verlaufenden Lymphröhrchen den Blutcapillaren gleich zu halten, kurz als wahre Lymphcapillaren zu betrachten sind. Das plasmatische Röhrensystem müßte in diesem Falle als ein davon verschiedenes drittes aufgefaßt werden, als ein Röhrensystem, das gleichwie über dem Blutgefäßsystem hinaus, auch über dem Lymphgefäßsysteme liegt, und das nur unter gewissen Bedingungen, so wie aus dem Blutgefäßsysteme, so auch aus dem Lymphgefäßsysteme zugänglich wäre.

Ich will es jetzt schon aussprechen, daß das, was ich bis jetzt sah, gerade für den Bestand dieses zweiten Falles spricht, und ich sehe in der Annahme von begrenzten Lymphcapillaren kein Hinderniß für die unter gewissen Bedingungen mögliche Aufnahme von Stoffen aus den Geweben in den Lymphstrom, um so weniger, als man ja bekanntermaßen gerade jetzt eben wieder daran ist, die Structurverhältnisse und die physikalischen Eigenschaften, darunter auch die Permeabilität der Wände der Blutcapillaren genauer zu studiren, also eines Röhrensystems, an dessen Geschlossensein Niemand gegenwärtig zweifelt.

Es knüpfen sich überhaupt an das plasmatische Röhrchensystem und an seine Beziehungen zu den beiden Gefäßsystemen noch manche unerledigte Fragen, wie die Frage über das Vorkommen der mit den Blutcapillaren in Verbindung stehenden Vasa serosa, die Frage nach der Möglichkeit eines Überganges aus den Blutgefäßen in die Lymphgefäße, welche zwar schon vor längerer Zeit, aber nicht blos nach den Ergebnissen von Quecksilberinjectionen behauptet wurde, und noch manche andere Fragen.

In Betreff der Divergenz der Meinungen über die Wurzeln des Lymphgefäßsystems möchte ich noch hervorheben, daß sich die Ansicht, es sei das Lymphröhrensystem offen, hauptsächlich auf die Ergebnisse der Untersuchungen parenchymatöser Organe stützt, während dagegen die Untersuchungen membranöser Gebilde mehr für die Annahme geschlossener Lymphröhren verwerthet werden.

Nachdem ich nun meinen Standpunkt auseinander gesetzt habe, will ich noch mit einigen Worten die Darstellungsmethode berühren.

Ich habe nebst den gegenwärtig mit so viel Vortheil verwendeten Injectionsstoffen, dem Carmin und löslichem Berlinerblau auch Injectionsmassen mit körnigen Farbstoffen, sowohl in wässerigen als auch öligen oder harzigen Vehikeln benützt. Die letzteren glaubte ich nicht vernachlässigen zu sollen, da sie viel plastischer sind, und die Formen der Canäle, die sie füllen, viel richtiger wiedergeben, insbesondere wo es sich um dickere, überdies geballte Röhrenzüge handelt, die man wegen ihrer Undurchsichtigkeit, auch wenn sie mit Carmin oder Berlinerblau gefüllt sein sollten, nur bei reflectirtem Lichte betrachten kann. Die üble Eigenschaft dieser Massen, sich selbst zu formen, kommt dabei kaum in Betracht, wenn man nur die Ergebnisse, wie sie beide Massen liefern, mit einander vergleicht und so gegenseitig controlirt.

Als Injectionsinstrument wurde die gewöhnliche Spritze und der neue von *Hering* angegebene Apparat verwendet.

---

1. Lymphgefässe des Darmes.

Die Lymphgefäße des Froschdarmes übergehen alle, wie bereits *Panizza* und *Rusconi* gezeigt haben, in einen gemeinschaftlichen großen Lymphbehälter, der sich zwischen den beiden Gekrösplatten bis an die Wirbelsäule fortzieht und dort beträchtlich erweitert. Am Afterdarm reicht dieser Sinus unmittelbar bis an das Darmrohr heran, schickt aber zum Dünndarm und Magen mehrere röhrenförmige Zweige. An das Ileum und Jejunum treten etwa 15 solcher Röhren in radiärer Richtung und werden daselbst wieder durch ein Bogengefäß, den Sinus longitudinalis zusammengefaßt, der längs dem Gekrösansatze fortläuft. Eine größere besondere Aussackung bekommt auch das Duodenum; diese zieht sich dicht an ihm, neben dem Pancreas vorbei bis zum Pylorus, und da sie mit dem Sinus longitudinalis in Verbindung steht, so bildet sie gleichsam eine bis an den Pylorus reichende Fortsetzung desselben.

Das ganze Dünn- und Dickdarmrohr hat nur eine Gefäßpforte, nämlich die am Sinus longitudinalis, der Magen aber besitzt deren zwei, auch für den Abgang der Lymphgefäße. Dieselben gehen nämlich längs den Ansatzlinien der zwei Peritonealduplicaturen aus

dem Magen hervor, schicken an den Pylorus Zweigchen, durch welche der Sinus longitudinalis auch auf den Magen noch fortgesetzt wird, und gelangen dann in den Peritonealduplicaturen zu der am Duodenum verlaufenden Abzweigung des Hauptbehälters. In jenem Stämmchen, das in der vorderen Peritonealduplicatur verläuft und mit einem Leberstämmchen zusammentritt, findet sich constant ein Klappenapparat. An diesem scheiterten bis jetzt alle Versuche eine Injection der Magenschleimhaut zu bekommen.

Bekanntlich sind die Arterien vollständig in den großen Lymphbehälter aufgenommen und werden darin von Balken festgehalten, welche aber zum Theil auch feine Gefäßchen leiten, die sich in den Gekrösplatten in ein lockeres Capillarnetz auflösen. Durch die Balken werden auch die Wände des großen Behälters zusammengehalten und sie geben ihm, wenn er strotzend gefüllt ist, durch Einziehungen die sie verursachen, eine buchtige Oberfläche.

Die röhrenförmigen Ausläufer des Hauptsinus halten sich während ihres Verlaufes zum Darm ebenfalls an die Blutgefäße, nehmen aber von diesen nur die Arterien wirklich in sich auf, während die Venen blos an die Wände gelöthet, darin fortlaufen. Auch innerhalb dieser Lymphcanäle befinden sich zum Festhalten der Arterien dienende, feine den Raum durchziehende Balken. Selbst im Sinus longitudinalis finden sich noch solche Balken vor, und zwar sehr zahlreich und sternförmig um die Querschnitte der Arterien gruppirt.

Der eben erwähnte in dem Lymphgefäßstämmchen des Magens befindliche Klappenapperat ist auch nichts anderes, als eine Gruppe solcher Trabekeln, die zum Theile membranös ausgebreitet sind.

In den großen dreieckigen Lücken, welche von den divergirend zum Darm gehenden Lymphröhren und von dem Sinus longitudinalis begrenzt werden, findet sich ein von *Panizza* und *Rusconi* bereits dargestelltes feines Lymphgefäßnetz eingetragen; dasselbe ist auch von *v. Recklinghausen*[1]) abgebildet.

Zur Untersuchung der Baumittel des Dünn- und Dickdarmes dienen am besten Durchschnitte. An solchen findet man, daß die Wände aus folgenden Schichten zusammengesetzt sind. Auf die

---

[1]) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. 1862. Tab. 5.

feine Peritonealmembran folgt nach innen zu eine dünne Schicht von musculösen Längsfasern, innerhalb dieser liegt eine sehr dicke Schichte von musculösen Ringfasern, und auf diese folgt endlich die Schleimhaut. In der Schleimhaut selbst lassen sich wieder drei, so ziemlich geschiedene Gewebscomplexe unterscheiden, nämlich eine submucöse Bindegewebsschicht mit einzeln eingestreuten kleinen spindelförmigen, mitunter dreistrahligen Kernen, dann eine dünnere Lage, in welche glatte Faserzellen als Muscularis mucosae eingebettet sind, endlich eine mit dicht eingelagerten Lymphkörperchen ähnlichen Gebilden ausgestattete Schicht, die ich kurz als Adenoidschicht der Mucosa bezeichnen werde. An der Grenze der Submucosa zur Muscularis mucosae finden sich die Blutgefäßstämmchen und der Lymphgefäßplexus, doch so, daß die größeren Blutgefäße von den Lymphnetzen überlagert werden. Eigentliche Drüsenformationen kommen bekannter Massen in der ganzen Schleimhaut des Dünn- und Dickdarmes nicht vor. — Das Epithel habe ich nicht eingehender untersucht.

Was die Gestaltung der Oberfläche der Schleimhaut des Dünndarmes betrifft, so zeigen die drei untersuchten anuren Batrachiergeschlechter, trotz ihrer zoologischen nahen Verwandtschaft dennoch manche Verschiedenheiten.

Bei Rana esculenta findet sich ein vom Pylorus ausstrahlendes System von zarten Leistchen, die alsbald zu einem Netze mit kleinen grübchenförmigen Lücken zusammentreten. Nicht weit vom Pylorus werden die Leistchen höher und gestalten sich damit zu Schleimhautblättern. Die Leisten und Blätter sind bald gestreckt, bald wellenförmig wie Halskrausen gewunden, je nachdem der Darm ausgedehnt oder contrahirt ist.

In einem Abstande von 2—3 Linien vom Pylorus ändert sich die Anordnung dieses Faltensystems, und zwar ziemlich rasch, indem sich statt der gitterförmig geordneten niedrigen Leisten zwei Reihen größerer halbmondförmiger Blätter ausbilden, deren Enden sowohl in der Linie des Gekrösansatzes als auch an der gegenüberliegenden freien Darmseite wechselweise ineinander greifen, und die dachziegelförmig aufeinander lagern. Die freien Ränder der Blätter sind dem After zugewendet, und die querliegenden Flächen je zweier benachbarter Blätter in der Tiefe durch mehrere sehr niedrige, nach der

Länge des Rohres gelegte Leistchen mit einander verbunden. Durch diese kleinen Leistchen wird somit auch in diesem Theile des Darmes die zwischen den größeren Blättern liegende Schleimhautfläche mit kleinen Grübchen ausgestattet. Da die concaven Ränder der größeren frei austretenden Falten stumpfwinkelig eingeschnitten sind, so bilden je zwei quer nebeneinander liegende Falten ein viermal gebrochenes Zickzack, welches sich so fort bis ungefähr in die Mitte der Dünndarmlänge wiederholt, wo sich das Aussehen der freien Schleimhautfläche neuerdings umändert.

Indem nämlich nach und nach die zwischenliegenden Längsleistchen wieder zu Blättchen anwachsen und die Querblätter niedriger und seltener werden, endlich verschwinden, bildet sich ein System von dichtstehenden Längsfalten aus, die von da an bis an die Grenze des Rectum ununterbrochen, doch mitunter wellig hin- und hergebogen fortlaufen. Oben sind die Längsfalten etwas höher als weiter unten, quellen aber an der Grenze des Dünn- und Dickdarmes wieder auf, und bilden Papillen, welche sich in den Zugang zum Afterdarm einschalten.

In dem bedeutend ausgeweiteten Rectum tritt das System von netzförmig sich vereinigenden Leistchen wieder auf, aber in der Form eines beinahe ganz regelmäßigen Gitterwerkes, dessen Maschen rundliche Grübchen einschließen. Oben gehen die niedrigen Leistchen aus den papillösen Aufquellungen in der Ilio-rectal-Öffnung hervor. Unter der Mitte der Länge des Afterdarmes beginnen sie wieder allmählich zu verschwinden, bis im untersten Stücke endlich nur Längsfalten sichtbar bleiben, die sich aber durch quer gerichteten Zug ganz ausglätten lassen, somit nichts anderes sind als vorübergehende Faltungen der Schleimhaut.

Dem Gesagten zu Folge finden sich daher im Froschdarm keine eigentlichen Zotten; da man aber die beschriebenen Aufwürfe der Schleimhaut als zottenähnliche Formationen betrachten kann, so werde ich sie als Zottenblätter und Zottenleisten bezeichnen.

Anders gestaltet sich der Befund bei der Kröte. Ich finde zwar bei Bufo variabilis im Duodenalstücke des Darmes auch ein feines Gitterwerk von zusammentretenden Leistchen, aber an diesen erheben sich so mächtige zungenförmige Fortsätze, daß ich sagen kann, es besitze die Kröte ganz abweichend vom Frosch wahre Zotten. Dieselben sind gleich unter dem Pylorus klein, werden aber später

so hoch, daß ihre Länge die Breite um beinahe das Doppelte übertrifft, nehmen aber dann auch einzelne kleinere Zotten zwischen sich. Die Zotten stehen größtentheils quer, kehren also eine Fläche dem Pylorus, die andere dem After zu, besetzen aber kaum mehr als nur das obere Drittel des Dünndarmes, an dessen Grenze dann allmählich wieder Längsfaltungen sich ausbilden, die bis an's Rectum fortlaufen. An den wellenförmigen Biegungen, die diese Falten machen, bemerkt man kleine stumpfe, sägezahnartige Fortsätze, die wenigstens anfangs noch den zottenartigen Charakter beibehalten.

Der Bau der Schleimhaut im Rectum stimmt mit jenem beim Frosche überein.

Bei dieser Verschiedenheit, die sich in den Formationen der Schleimhaut an den zwei Geschlechtern Rana und Bufo zeigt, ist es vom Interesse zu finden, daß bei dem braunen oder Grasfrosch (Rana temporaria) eine Übergangsformation vorkommt. Es ist zwar auch da im Duodenalstücke das Netz von Leistchen zu sehen, diese sind aber viel höher und so tief eingeschnitten, daß man auf die einzelnen hiedurch entfallenden Segmente ebenfalls die Bezeichnung Zotte anwenden kann. Weiter unten werden diese Zotten zu breiten quergestellten Blättchen, die nur durch sehr niedrige Längsleistchen in das fortlaufende Faltensystem einbezogen sind. Dann folgen, wie bei den anderen Geschlechtern wieder die wellig hin- und hergebogenen Längsfalten, und im Rectum endlich, tritt das auch bei den anderen vorkommende Gitterwerk auf. Bemerkenswerth scheint mir noch das Vorkommen von Zweigblättchen, die ich aus den Flächen der Hauptblätter austreten sah. Ich muß es aber vorläufig unentschieden lassen, ob diese Zweige Folgen sind der Contraction, wie mir wahrscheinlich ist, da sie bald kräftiger, bald minder deutlich ausgebildet sind, oder nie verstreichende, also bleibende Anhänge darstellen. Andeutungen dieser Nebenblättchen finden sich auch bei Rana esculenta, doch verstreichen sie, wenn die Lymphräume vollständig erfüllt sind.

Da es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Lymphgefäße der Magenschleimhaut darzustellen, so glaube ich von der Schilderung der Anordnung derselben absehen zu sollen. Dagegen soll einiges über die Blutgefäße des Dünn- und Dickdarmes, über das Verhalten ihrer Stämmchen und Capillaren vorausgeschickt werden.

Die arteriellen und venösen Stämmchen gehen am Sinus lymphaticus longitudinalis, aus mehr oder weniger weit gespannten Arcaden hervor und ziehen in querer Richtung zum Darm, ohne jedoch mit ihren Ramificationen vollständige Ringe abzuschließen; nur am Pylorus und am Ilio-rectal-Ringe gehen sie eng zusammen. Was dabei gleich auffällt, ist, daß die Arterien nie von zwei Venen begleitet werden, und daß sich die Venen nicht constant an den Verlauf der Arterien halten.

Die Astfolge ist eine doppelte, eine die gleich anfangs durch die Muscularis zur Schleimhaut geht, und eine oberflächliche, die in der Subserosa liegt, daselbst zu einem Theile in Capillaren zerfällt, zum anderen Theile zwar auch, aber erst nach längerem oder kürzerem Verlaufe in die Tiefe gelangt, und mit der erst abgehenden zur Schleimhaut kommt.

Es gibt daher am Froschdarm ein doppeltes capillares Blutgefäßsystem, ein subseröses und eines für die Schleimhaut.

Das in der subserösen Schichte befindliche Netz bildet an beiden Abschnitten des Darmes und auch am Magen längliche unregelmäßig viereckige Maschen und wird von Gefäßchen erzeugt, die am ausgedehnten Darm beinahe rechtwinklig von den Stämmen abgehen und unter einander zusammentreten.

Die zweite Sorte von Gefäßen, jene die zur Schleimhaut gelangen, vertheilen sich in der Submucosa noch weiter, wobei die Zweige im oberen Dünndarm die im Zickzack liegenden Zottenbasen zum Theil kreuzen, zum Theil dieselben auf größere Strecken hinweg der Länge nach bestreichen; dies letztere findet sich insbesondere an jenen Endzweigchen, an welche sich das Capillarnetz der Zotten anschließt; deßhalb zeigen Durchschnitte der Zottenblätter stets Querschnitte der Arterien und Venen an ihren Basen. Auch in dieser Sphäre sind die Arterien und Venen im Verlaufe nicht unmittelbar an einander gebunden, ebenso wie auch deren Ramificationen mit einander nicht vollständig correspondiren. Je kleiner übrigens die Zweige werden, desto näher rücken sie an die Schleimhautoberfläche heran.

Das mit diesem vorcapillaren Gefäßsysteme zusammenhängende intermediäre Röhrensystem bildet ein Netz, welches sich mit seinen vier- bis fünfeckigen unregelmäßigen Maschen oberhalb der

Muscularis mucosae in die adenoide Schleimhautschichte einbettet und dieselbe in allen ihren Vertiefungen und Ausstülpungen durchzieht. Das Netz findet sich also gleichwohl in den Zwischenräumen der Zottenblätter, wie auch in diesen selbst.

Jedes Zottenblatt enthält daher eine doppelte Capillarschichte, je eine längs einer Blattfläche ausgespannt. Am freien Zottensaume treten die zwei Schichten zusammen und zwar dadurch, daß die von beiden Flächen herankommenden Capillaren in ein längs dem Saume fortlaufendes Gefäßchen einmünden. In kleineren Schleimhautleistchen, welche eben nur die äußersten Zweigchen der Vorcapillaren für ihr Netz beanspruchen, sind diese Zweigchen in das Netz selbst mit aufgenommen, in größeren Zottenblättern aber, deren Capillarbezirk so groß ist, daß er eigene, sowohl arterielle, als auch venöse Stämmchen zu speisen vermag, da sind diese letzteren an der Basis des Zottenblattes so lange von dem Capillarnetze umlagert, bis sie sich nach Abgabe von seitlich abgehenden Ästchen, also dem Saume des Zottenblattes schon genähert, vollständig auflösen und mit ihren Endzweigchen wieder in das Netz eintreten. Ich werde später Gelegenheit haben, jene Bestandtheile in der Zottensubstanz zur Kenntniß zu bringen, an welchen diese Stämmchen fortklimmen.

Was das Blutgefäßsystem der Längsfalten in der unteren Hälfte des Dünndarmes betrifft, so bilden dessen Capillaren mehr längliche, durch die Ringfasern der Muscularis mehr oder weniger eng zusammengeschobene Maschen. Die vorcapillaren Stämmchen gelangen, wie sich das schon von selbst versteht, in beinahe querer Richtung an diese Falten.

Im Rectum enthalten die netzförmig zusammentretenden niedrigen Leistchen ebenfalls ein Netz mit schmalen länglichen Spalten; von diesem geht aber in den Grund der rundlichen Grübchen ein Netz ab mit mehr rundlichen Maschen, das mit dem Randnetze in den Leistchen um jedes Grübchen ein in zierlicher Form geflochtenes Körbchen darstellt. Die größeren zu- und ableitenden Gefäße verlaufen an den Ansatzstellen der Leistchen, somit gedeckt von dem Netze derselben, und da sie in diesen Bahnen sich allseitig dendritisch ramificiren, so werden die Grübchen mitunter gruppenweise von einer Reihe auf einander folgender Ästchen umgangen.

Auch die aus dem Sinus longitudinalis abgehenden Lymphgefäßstämmchen nehmen beim Übertritte auf den Darm einen quer auf die Axe desselben gerichteten Verlauf, umgreifen ihn, ohne jedoch auch in vollen Ringen zusammen zu gehen; nur am Ilio-rectal-Ringe thun sie dies. Sie entstehen meistens paarig und schließen sich allsogleich an die Arterien an, die sie dann zwischen sich nehmen. Da sie während dieses Verlaufes durch zahlreiche quer über die Arterie hinweggehende Zweige mit einander verbunden sind, so wird die Arterie in ein mitunter, wenn die Gefäße sehr stark ausgedehnt sind, sehr engmaschiges Netz förmlich eingesponnen. Die Venen, welche sich, wie schon gesagt, nicht streng an die Arterien halten, verlaufen zum Theil frei ohne begleitende Lymphgefäße, zum Theil aber, wenn sie sich an eine Arterie anschließen, so neben derselben fort, daß sie mit ihr eines der Lymphgefäße zwischen sich nehmen. Kleinere Stämmchen dringen gleich am Gekrösansatze durch die Muscularis in die Tiefe; Größere laufen oberflächlich fort und durchbohren erst später mit der Arterie die Muskelhaut. Solche Durchbruchstellen kann man leicht an der Oberfläche erkennen, weil dann meistens die zwei oberflächlich noch weiter fortlaufenden Lymphgefäße bald in eines zusammengehen, und von nun an den kleinen übrig gebliebenen arteriellen Ast einfach begleiten. Die besprochenen Verhältnisse sind aus Fig. 1 und 2 zu ersehen.

Während des Verlaufes an der Oberfläche nehmen diese Stämmchen an den Seiten unter beinahe rechten Winkeln die subserösen Gefäßchen in sich auf, und in die Tiefe gekommen, ziehen sie an den niederen longitudinal gerichteten Leistchen bis an die Basis der Zottenblätter fort, nehmen wo sie Arterien treffen, dieselben zwischen sich auf, und wie es scheint, auch Venen; im Ganzen aber suchen sie bald an die Muscularis mucosae zu kommen, so daß das grobe Netz, welches durch Anastomosen zu Stande kommt, bereits der Schleimhautoberfläche näher liegt, als alle die gröberen Ramificationen der Blutgefäße.

Aus dieser Beschreibung ist zu ersehen, daß von dem Momente an, wo namentlich die Arterien aus dem Sinus lymphaticus longitudinalis herausgekommen sind, kein Blutgefäßstämmchen mehr in das Innere eines Lymphraumes aufgenommen ist. So eng sich ihnen auch die Lymphgefäße anschließen mögen, so nehmen doch beide einen ganz selbständigen Verlauf mit von einander ganz

unabhängigen Wänden. Eine Invagination findet sich daher nur im Bereiche des Abdominalsinus und seiner Ausläufer, und dies betrifft, wie gesagt, wieder nur die Arterien, da die venösen Darmzweige nur wandständig verlaufen. An Durchschnitten trifft es sich wohl mitunter, daß eine Arterie ganz von Lymphbahnen umgeben ist, doch betrifft das eben nur wieder solche Stellen, wo die Anastomosen zwischen den Comitantes getroffen sind. Bei Flächenansichten aber kann man die Arterien immer nur neben einem, oder zwischen zwei an ihnen fortlaufenden Stämmchen verfolgen. Dies stimmt auch mit *Rusconi's* Beobachtungen überein, der nur sagt [1], daß beim Frosche jene Blutgefäße, die in unmittelbarer oder mittelbarer Berührung mit den Lymphgefäßen stehen, häufiger sind, als bei anderen Amphibien.

Am Froschdarm finden sich daher entsprechend den beiden Ramificationsbezirken der Blutgefäße auch zwei Bezirke im Lymphgefäßsystem; es gibt einen oberflächlich liegenden, der zwischen das Peritoneum und die musculäre Längsschichte eingeschaltet ist, also einen subserösen, und einen tiefer liegenden, der Schleimhaut zugewiesenen mucösen. Der erstere ist der kleinere, der zweite der bei weitem geräumigere. Beide stehen miteinander in Communication, schon durch die Rami perforantes der oberflächlichen Stämmchen, und wie mir scheint, noch durch andere, aber kleinere und nur einzeln vorkommende Röhrchen, die ich manchmal an Durchschnitten getroffen. Dennoch scheinen beide Systeme in gewisser Beziehung von einander unabhängig zu sein, da es nicht selten vorkommt, daß man blos oder vorzugsweise das oberflächliche, ein anderes Mal besser das tiefliegende System zu erfüllen im Stande ist. Es scheint dies vom Contractionszustande der Darmmuskulatur abzuhängen.

Die subserösen Lymphgefäße des Froschdarmes hat bereits *Panizza* dargestellt, jedoch wegen der Füllung mit Quecksilber viel zu viel aufgebläht, weßhalb auch die Zeichnung mehr schematisch gehalten ist. Richtiger sind sie schon von *Rusconi* abgebildet. Eine neuere Abbildung derselben findet sich bei *v. Recklinghausen* [2]). Gesehen hat sie auch *Auerbach* [3]). Die beiden letz-

[1]) *Riflessioni sopra il sistema linfatico dei rettili 1854, pag. 73. Nr. 7.*

[2]) Die Lymphgefässe u. s. w. 1862.

[3]) Virchow's Archiv. 23. Bd. p. 348.

teren Forscher weichen aber in Betreff dieser Gefäße von einander darin ab, daß *Auerbach* das von ihnen gebildete Netz, wie ich, ganz in die subperitoneale Schichte verlegt, während *Recklinghausen* dies nur für die größeren Stämmchen zugibt, und die feineren Röhrchen zwischen der circulären und longitudinalen Lamelle der Muscularis eingeschaltet sein läßt, wogegen er wieder das zweite dazwischen liegende Netz ganz richtig als ein Netz von Blutcapillaren gedeutet hat.

Ich habe dieses Gefäßsystem durch Injection aus dem großen Abdominalsinus erfüllt und dazu sowohl körnige als auch lösliche Farbstoffe benützt. Es gelang mir dasselbe als ein über den ganzen Darmcanal, mit Einschluß des Magens hinziehendes Gitterwerk darzustellen und überzeugte mich an Durchschnitten, daß es vollständig in der Subserosa untergebracht ist.

Es besteht dieses Lymphgefäßnetz aus feinen Röhrchen, deren Kaliber nach dem Grade der Füllung sehr wechselt, jedenfalls etwas größer ist als an den entsprechenden Blutcapillaren. Wenn die Injection eine vollständige war, nämlich bis zum vollen Abschlusse des Netzes gelangte, und solche hatte ich vor mir, so konnte ich nichts von blind endigenden Ausläufern an ihnen wahrnehmen.

Die Röhrchen bald mehr gestreckt, bald mehr gewunden, gehen bald unter rechten, bald spitzigen Winkeln von einander ab, je nach dem Contractionszustande des Darmes. Das Netz bildet viereckige mehr oder weniger verschobene Maschen, die nur am Magen, insbesondere an seinem Übergange in den Schlund eine rundliche Form annehmen. Seine Stämmchen sind in das Netz selbst einbezogen.

Es ist gar nicht zu bezweifeln, daß dieses Netz bereits jenen Bezirk des ganzen Systems darstellt, welcher anatomisch den Blutcapillaren entspricht, und somit aus wahren Lymphcapillaren besteht. Es interessirt daher zunächst das topographische Verhältniß derselben zu den Blutcapillaren.

Dieses läßt sich kurz dahin angeben, daß beide Gefäßgruppen einander in ihren Formen und Lagerungen entsprechen, weil sich in der Regel je ein Lymphgefäß an ein Blutgefäß anschließt, doch nur so, daß beide unabhängig von einander und neben einander gelegt sind. Nur vorcapillare Blutgefäße werden von zwei Lymphröhrchen begleitet. Daß das Blutgefäß nie einen Theil der Wand des Lymphgefäßes bilden hilft, geht schon daraus hervor, daß sich manchmal einzelne gepaarte Röhrchen vom kleinsten Kaliber unter spitzigen

Winkeln überkreuzen, wobei bald das Blut-, bald das Lymphgefäß obenauf zu liegen kommt. Es gelingt auch mitunter durch Druck auf das Deckgläschen, die beiden feinen Röhrchen von einander zu entfernen, ohne daß dabei das Lymphröhrchen einreißen würde. Eine Täuschung kann dabei nicht unterlaufen sein, da ich beide Gefäßsysteme vollständig injicirt vor mir liegen hatte, und auch solche Präparate besitze, wo neben den injicirten Lymphröhrchen die Blutcapillaren strotzend von Blutkörperchen gefüllt, deutlich erkennbar sind. Einen Austritt der Masse, auch wenn sie in den feinsten Verdünnungen in die Röhrchen eingedrungen ist, habe ich trotz der offenbar zarten Begrenzungen der Lymphröhrchen nie wahrgenommen, im Gegentheile stets die schärfsten Begrenzungslinien an ihnen gefunden. Waren die Lymphgefäße mit körnigen Pigmenten erfüllt, so zeigten sie dieselben Rundungen, und dieselbe Plasticität wie die Blutcapillaren. Es ist somit an der Selbstständigkeit dieser Gefäße nicht zu zweifeln.

Da ferner die Blutröhrchen nicht in die Lymphröhrchen aufgenommen sind, so ist klar, daß das, was die Blutcapillaren vermöge der Permeabilität ihrer Wände an die Gewebe abgeben, an diese nicht erst durch Vermittlung des Lymphstromes gelangt, sondern geraden Weges in die Gewebslücken abgegeben wird. Unter diesen Umständen ist auch ein directer Zusammenhang der Lymphröhren mit den Gewebslücken kaum anzunehmen, denn bestände ein solcher, so würde die Injectionsmasse gewiß auch die Blutcapillaren umgeben haben. Von alledem habe ich aber nie etwas gesehen, trotzdem daß ich das Berlinerblau so verdünnt als möglich angewendet habe. Sollte daher wirklich eine Communication der Lymphröhren mit den Lücken bestehen, so kann ich mir dieselbe nur durch jene Permeabilität ihrer Wände vermittelt vorstellen, wie eine solche, unter gewissen aber noch nicht gekannten Bedingungen auch an anderen Membranen als bestehend angenommen wird.

Nach Allem glaube ich daher, daß diese dargestellten Röhrchen eben so an die Grenze des Lymphgefäßsytems verlegt sind, wie die Blutcapillaren an jene des Blutgefäßsystems, und daß sie daher wahre Lymphcapillaren vorstellen.

Noch muß ich eine, wie mir scheint, nicht unwichtige Beobachtung erwähnen. Ich fand nämlich in zwei Fällen an Sommerfröschen, namentlich bei Rana temporaria in diesen Lymphcapillaren zahlreiche

Lymphkörperchen, und zwar an injicirten Präparaten. Daraus daß die körnigen Körperchen theils einzeln, theils in Klümpchen geballt in das injicirte, sehr dünne Berlinerblau eingemengt waren, konnte ich mit Sicherheit entnehmen, daß ich es mit einem Inhalt und keineswegs mit Auflagerungen zu thun hatte. An diesen Fund knüpft sich die Frage, ob die Körperchen, die ich nicht nur am Dünndarm sondern auch am Magen angetroffen habe, an ihrer Geburtsstätte sich befanden, oder durch die Injectionsflüßigkeit aus den größeren Stämmchen zurückgeschwemmt waren. Ich wage es nicht die Frage bestimmt zu beantworten, doch muß ich gestehen, daß mir das erstere wahrscheinlich ist, weil ich die Körperchen in diesen Fällen im ganzen Bereich der genannten Darmstücke angetroffen habe. Eine ähnliche Beobachtung an dem Darm eines nicht injicirten Frosches zu machen, mangelt mir gegenwärtig die Gelegenheit.

Zur Erläuterung dieser Verhältnisse dienen die Fig. 2, 3 und 4. In der erstgenannten Zeichnung sind injicirte Blut- und Lymphgefäße bei kleiner Vergrößerung dargestellt. Fig. 3 und 4 sind vom Dünndarm der Rana temporaria an dem nur die Lymphgefäße mit Berlinerblau injicirt, die Blutgefäße aber mit Blutkörperchen natürlich gefüllt waren. Die Lymphgefäße schließen Lymphkörperchen ein. Fig. 4 stellt in stärkerer Vergrößerung einen Theil der früheren Figur dar.

Die Lymphgefäße der Schleimhaut des Magens konnte ich bis jetzt trotz mancher Bemühungen nicht darstellen, weder durch directe Injection, noch mit der Einstichmethode, welche letztere mir immer nur die Venen zur Ansicht brachte. Dagegen gelang dies vollkommener mit den Lymphgefäßen der Dünn- und Dickdarmschleimhaut. Ich habe in dieser sowohl mit körnigen als auch löslichen Farbstoffen ein engmaschiges, aus größeren Gefäßen bestehendes Netz dargestellt, welches nach der Fläche ausgebreitet das ganze Rohr durchzieht. Es steht mit den in die Tiefe eingehenden Zweigen der Darmstämmchen in Verbindung und liegt, wie man an Durchschnitten wahrnehmen kann, in der oberflächlichsten Schichte des submucösen Bindegewebes, an der Grenze also der Muscularis mucosae, und wird auch von der Adenoidschichte und dem in diese eingelagerten capillaren Blutgefäßnetz überlagert. Wo die Schleimhaut durch Contraction der Muskeln zusammengeschoben ist, da ballt sich das Netz und der Farbstoff tritt zu scheinbar regellosen Klumpen

zusammen, die sich aber zum Theil schon durch Zug mitunter auch bei verstärkter Beleuchtung auflösen lassen. Gerade wegen dieses Umstandes ist man genöthigt auch körnige Pigmente in ölig harzigen Vehikeln anzuwenden, die dann Vortreffliches leisten, weil es nur durch sie möglich wird, geballte undurchsichtige Netzpartien in reflectirtem Lichte aufzulösen. In den Figuren 11, 12 und 20 findet sich dieses Netz in den Zwischenräumen der Schleimhauterhabenheiten abgebildet. Wie ich sehe, hatte auch *v. Recklingshausen* Kenntniß von diesem in der Submucosa liegenden Netze [1]).

Die Lymphgefäße der Schleimhauterhabenheiten sind nur Fortsetzungen dieses Netzes.

Da sich bei den drei untersuchten Geschlechtern der Batrachier schon in der Configuration der Erhabenheiten Verschiedenheiten zeigten, so sollen die Ergebnisse der Untersuchung derselben auch nach diesen Thieren geordnet verzeichnet werden.

Bei der Kröte (Fig. 5) treten aus dem submucösen Netze mehrere größere Lymphgefäße an die Zottenbasis, die bis an den freien Saum fortlaufen. Neben diesen fand ich mehrere kleinere aufsteigende Röhrchen, die offenbar zum Theile aus den größeren Röhrchen durch Rückfluß der Injectionsmasse gefüllt worden sind. Im Aufsteigen gehen alle Röhrchen Anastomosen unter einander ein und bilden ein Netz, welches durch ein längs dem Zottensaume fortlaufendes Röhrchen zum Abschlusse kommt. Je nach der Breite der Zotte ist die Zahl der aufsteigenden Röhrchen größer oder kleiner.

Einzelne Röhrchen zeigen in der unteren Hälfte ihres Verlaufes blinde seitliche Ausbuchtungen, welche beweisen, daß die Injection keine vollständige war, und daß das dargestellte Netz keineswegs der volle Ausdruck ist für die ganze Vertheilung. Nur am Zottensaum fand ich die Ästchen zahlreicher und das Netz enger und als ich eine stärkere Vergrößerung einspannte, sah ich, daß das Randgefäß vollkommen gefüllt mit scharfen Contouren versehen und so nahe an den Rand vorgerückt war, daß in dem Reste der Zottensubstanz gerade nur noch das stark gefüllte randständige capillare Blutgefäß Platz hatte. Lymph- und Blutröhrchen hatten beide dasselbe Kaliber. War also auch nicht die Zottenbasis vollständig gefüllt, so ergab sich doch aus dem Präparate einerseits, daß die Grundlage

---

1) L. c. p. 32.

der Vertheilung der Lymphgefäßröhrchen in der Zotte von einem Netze gebildet wird und andererseits, daß das Netz am Zottensaume vollständig zum Abschluße kommt.

Ganz in gleicher Weise sah ich auch in die halskrausenförmigen Ausbiegungen der longitudinalen Falten an der unteren Dünndarmhälfte Röhrchen aufsteigen, die durch Seitenäste und durch ein am Saume liegendes Gefäßchen zusammengefaßt werden, so daß sich im Ganzen eine den Zotten ähnliche Formation ergibt. Das Randgefäß im Saume läuft natürlich über größere Strecken hinweg, entlang der ganzen Falte und macht sich auch in Faltenstücken leicht erkennbar, die nur wenig injicirt sind.

Vollständiger sind mir die Injectionen gelungen bei Rana temporaria. Die Figuren 6—10 beziehen sich auf den Zottenbau bei diesem Thiere. Die Injection der Lymphgefäße wurde nur mit Carmin und Berlinerblau gemacht.

Auch da treten aus dem submucösen groben Lymphgefäßnetze größere und kleinere Röhrchen von der Basis zum Saume verlaufend in die Zottenblättchen; ihre Anzahl richtet sich nach der Breite des Organs, sie verhalten sich aber überall auf dieselbe Weise. Durch zahlreiche Anastomosen kommt es auch da zur Bildung eines Netzes, welches am Zottensaume in einem randständigen, fortlaufenden Röhrchen abgeschlossen wird.

Man denke sich die, insbesonders in Fig. 8 dargestellten Netze prall gefüllt, so wird man den Charakter des Netzes dahin bestimmen, daß man sagt, es sei dies ein dicht zusammengelegtes Netz mit sehr engen, punktförmigen oder linearen Lücken als Maschen. Und diesen Charakter traf ich auch thatsächlich an einigen der Stellen, die in den bei kleineren Vergrößerungen angelegten Zeichnungen als bloße Farbklümpchen ausgedrückt sind. Damit will ich aber nicht sagen, daß ich nie ein Extravasat gefunden hätte; dieselben kommen sogar nicht selten vor, insbesonders in der Richtung der Hauptgefäße, wo sich der Injectionsdruck zunächst sichtbar macht, aber sie sind leicht, schon daran erkennbar, daß man die gefärbten Ballen bei stärkeren Vergrößerungen nicht aufzulösen im Stande ist. Wo das möglich ist, wo man also ganz dicht gefüllte Netzpartien vor sich hat, da wird man auch scharfe Umrisse der Röhrchen wahrnehmen; insbesondere ist es wieder das Randgefäß, an dem man diese Beobachtung machen kann.

Mitunter, wie in Fig. 8 links, sendet das Netz Ausläufer gegen den Saum, ist also nicht begrenzt; doch findet man die Ausläufer nur da, wo die Masse nicht bis an die Netzgrenze vorgedrungen, wo also das Randgefäß noch nicht gefüllt ist. Man wird auch andere, dem Saume mehr genäherte Stellen finden, wo dem Saume entlang ziehende Ausläufer (Fig. 8 rechts) bereits gegen einander neigen und ein Randgefäß zu bilden streben.

Ich glaube mich daher dahin aussprechen zu können, daß das Zottenparenchym von Lymphgefäßchen durchzogen werde, die nicht viel größer sind als die Blutgefäße und ein engmaschiges Netz darstellen, daß dieselben ferner nicht weiter als bis dahin gegen die Oberfläche reichen, wo die Blutgefäßcapillaren das Ganze einhüllen. Ein Austreten der Lymphröhrchen über die Blutgefäßschichte hinaus, habe ich nie gesehen, und wenn es den Anschein hatte, so konnte ich immer eine Faltung des Zottensaumes nachweisen.

Nun bleibt noch die Frage zu erörtern, ob dieses Netz durchaus nur nach der Fläche ausgebreitet in die Zotte eingelagert sei, oder dieselbe räumlich durchziehe. Es ist letzteres der Fall, wie sich dies schon aus der Anordnung der größeren aufsteigenden Röhrchen z. B. in Fig. 7 links ergibt. Man kann sich aber davon auch durch directe Beobachtung des Netzes überzeugen, besonders wenn man stärkere Vergrößerungen anwendet. Mittelst dieser wird es gelingen zwei neben einander liegende Netzpartien, die bei kleineren Vergrößerungen zusammen zu gehen scheinen, als in verschiedenen Schichten gelagert aus einander zu halten.

In der räumlichen Ausdehnung des Netzes liegt der Grund, warum man desselben nicht überall ansichtig wird, dann nämlich, wenn zwei Schichten auf einander zu liegen kommen und sich gegenseitig ihre Maschen verdecken. Die zur Beobachtung tauglichsten Objecte sind daher jene, die nur theilweise injicirt sind, und wenn sich die Injectionsmasse nur nach der Fläche verbreitet hat; freilich sind dann auch die Gefäßröhrchen feiner und die Lücken größer, als sie sich bei praller Füllung darstellen.

Bei dieser Anordnung des Netzes ist es auch ersichtlich, warum die größeren Lymphröhrchen ins Innere der Zotte zu liegen kommen und von dem feineren Netze umlagert werden, insbesondere unten gegen die Basis, wo das Netz mehr geschichtet ist, als oben am

Saume und wo auch bereits die größeren Röhrchen unmittelbar ins feine Netz zerfallen.

Ich habe bereits eingangs bemerkt, daß die Zottenblätter bei Rana temporaria kleinere, an den Flächen aufsitzende Nebenblättchen tragen. Dies ist vorzugsweise an senkrechten Durchschnitten der Zöttchen sichtbar, wie in Fig. 10, und da kann man sich auch überzeugen, daß sich das Netz auch in diese Fortsetzungen erstreckt. In der Zotte *b* ist dies besonders deutlich zu erkennen.

Das Klümpchen an der Spitze von *b* scheint ein Extravasat zu sein. Weiter unten in *b* ist ein größeres aufsteigendes Gefäßchen längs durchschnitten.

Da diese Nebenblättchen bald mehr bald weniger lang sind, so wäre es immerhin möglich, ja es ist mir wahrscheinlich, daß sie bei vollständiger Füllung des Netzes verstreichen und daher nur Faltungen darstellen. Solche bemerkt man auch bei Flächenansichten ganzer Zottenblättchen, und sie sind es auch, welche Theile des Netzes im Hauptblatte verdecken können.

Was die Beziehungen der Lymphgänge zum Zottengewebe betrifft, so sah ich dieselben an reinen Durchschnitten stets von einer ganz deutlichen Muskellage und nach außen von einer Adenoidschichte umlagert, in welcher sich wieder die Querschnitte der Blutcapillaren bemerkbar machten. Größere Blutgefäßstämmchen ziehen neben den größeren Lymphröhren durch das Innere der Zotte hinauf.

Über das Verhalten der Lymphgefäße in den Zottenblättern des gemeinen Frosches liegen zwei kurze Angaben vor, eine von *Rusconi*[1]) der angibt, daß im Duodenalstücke des Darmes Röhrchen längs den Rändern der Blätter fortlaufen, dann von *Recklinghausen*[2]), der innerhalb der Schleimhautfalten noch relativ weite Stämme sich zu einem ziemlich engen Netze vereinigen und stellenweise bis nahe dem Epithel treten sah.

Ich muß gestehen, daß das Object sehr schwer zu bewältigen ist, und daß es mir erst nach manchen mißlungenen Versuchen gelungen ist, beweisende Präparate herzustellen. Möglich, daß die Schwierigkeit zum Theil darin lag, daß ich auch Winterfrösche, also

---

[1]) Riflessioni. Tab. IV. Fig. 5.

[2]) L. c. p. 32.

nüchterne Thiere zu untersuchen genöthigt war. Doch hat sich bei zwei Fröschen, denen ich den Magen mit klein gehacktem Fleische stopfte, und die ich erst nach 14 Tagen tödtete, während welcher Zeit der Mageninhalt bis ans Rectum vorrückte, kein wesentlicher Unterschied gezeigt. Die Injection gelang aber besser, und ich konnte besonders mit Durchschnitten leichter an's Ziel kommen.

Da es sich hier auch um geballte Netze handelt, so mußte ich neben löslichen Injectionsstoffen auch zu körnigen, in Terpentin suspendirten Farben greifen, um die Präparate auch bei reflectirtem Lichte betrachten zu können. Ich habe aber diese Präparate nie getrocknet, sondern nur in Glycerin eingeschlossen.

Weit leichter ist die Darstellung der Netze im Rectum, sowohl mit löslichen als körnigen Substanzen. Ein Hauptvortheil bei der Injection mit körnigen Massen besteht darin, dafür zu sorgen, daß die Zottenleiste ihre Plasticität behalte, was nur dadurch erzielt werden kann, daß man nach geschehener Füllung der Injectionsmasse den Rücktritt nicht mehr gestattet. Bei der Weite der Lymphräume ist dies aber nicht leicht zu verhindern. Will man mit durchsichtigen Massen Flächenansichten bekommen, so darf die Füllung auch nur eine theilweise sein, damit sich die geschichteten Netze nicht decken. Schief geführte Schnitte durch prall gefüllte Zottenblätter bringen das Netz auch, aber wieder nur zum Theile in Sicht. — Fig. 11 bis 15 sind Flächenansichten von injicirten Zottenblättern des gemeinen Frosches.

Indem ich zur Beschreibung der Lymphgefäße der oberen Hälfte des Dünndarmes übergehe, berufe ich mich zunächst auf das Bild der Fig. 11, welches alsogleich eine vollständige Übersicht über die Lymphgefäßverhältnisse in dieser Darmpartie verschafft. Es bezieht sich auf die Grenze, wo die im obersten Stücke befindlichen netzförmig gruppirten Schleimhautleistchen in die Zottenblätter des nächsten Darmstückes übergehen. Die Lymphgefäße sind mit Terpentinmasse injicirt, und das Präparat von einem Sommerfrosche genommen.

Zwischen den Zottenleisten und Blätttern tritt das grobe aus hin und wider gebogenen und theilweise gebuchteten Gefäßen bestehende Netz deutlich hervor. Man sieht auch wie dasselbe unmittelbar in das Netz der Leisten und Blätter übergeht, darin aber so eng zusammengeschoben ist, daß es nur ganz kleine Maschenräume übrig läßt. Dadurch gestaltet es sich zu einem Convolut von Röhren,

welches lebhaft an die Anordnung der Blutgefäße in einem Schwellorgane erinnert. Insbesondere sind es die kleineren an den Pylorus grenzenden Leistchen, welche diesen Eindruck machen: in diesen sind die Maschen allenthalben punkt- oder sternförmig, auch am frei austretenden Saume, während in den Zottenblättern mehr längliche gegen den Saum gerichtete Maschen sichtbar sind. Dann unterscheiden sich die Blätter von den oberen Leisten auch noch durch ein längs dem Saume fortziehendes, in der Zeichnung deutlich ausgedrücktes Röhrchen.

Daß diese Netze keineswegs ein Product sind des Strebens öliger Massen sich in wasserfeuchten Räumen selbst zu formen, daß sich vielmehr die Masse nach den Räumen gestaltet habe, geht schon aus dem Bilde Fig. 12 hervor, welches mehrere mit Berlinerblau injicirte Zottenblätter vorstellt. In den Blättern selbst läßt sich zwar das geballte Netz nur zum Theil auflösen, um so deutlicher aber an ihren Enden und in den sie verbindenden longitudinal gestellten Leistchen.

In den dickeren Partien der Zottenblätter ist das Netz nämlich in mehreren Schichten geordnet, und wenn man auch stellenweise dickere Röhrchen an der Oberfläche verlaufend bemerken kann, so liegen dieselben doch tiefer und drängen sich nur zum Theil nach der Oberfläche.

In dem Geballtsein des Netzes liegt es, warum die Flächenansicht desselben bei durchfallendem Lichte verworren ist, und daß reine Bilder mit Berlinerblau-Injection nur dann zu gewinnen sind, wenn die Füllung des Netzes eine unvollständige ist. Fig. 13. Bei praller Füllung sämmtlicher Röhrchen kann man dem Netze nur mit schiefen Durchschnitten beikommen, wie solche in Fig. 16 an den Blättern *c* und *d* dargestellt sind. Gelingt es, senkrechte Durchschnitte über mehrere Blätter hinweg zu führen, so kann man auch die kleinen longitudinalen Zottenleistchen von der Fläche betrachten und wird in ihnen auch das Netz finden; natürlich aber nur in einer Schichte ausgebreitet. Dies zeigt Fig. 16 bei *a* und *b*.

Sehr instructiv ist das Verhalten der Lymphröhrchen im Saume der Zottenblätter; da sind die Röhrchen dünner und überhaupt im Kaliber regelmäßiger, und übergehen ebenfalls in ein längs dem Saume fortlaufendes terminales Röhrchen. Dieses ist auch da wieder so nahe an den Saum herangerückt, daß eben noch ein prall gefülltes Blut-

gefäß darneben Platz findet; wie dieß Fig. 15 sehen läßt. Einen Übertritt des Farbstoffes über diese Grenze hinaus habe ich auch da nie gefunden.

Gut gefüllte Lymphröhrchen, insbesondere das Randgefäß, zeigen scharfe Begrenzungslinien; mitunter kann man sogar, wenn die Injectionsmasse unterbrochen ist, die Continuität der Röhrchen auch über das Ende der Masse eine Strecke weit verfolgen, da zarte Contouren den Lauf des Röhrchens bezeichnen. Mag nun die Begrenzung wie immer hergestellt sein, so ist sie gewiß nur eine wenig resistente, weßhalb Extravasate in den Zottenblättern sehr häufig angetroffen werden. Auch deshalb ist man wieder an partielle Injectionen angewiesen, wenn man das Netz darin sehen will.

Fig 14 und 15, letztere eine vollständige Injection darstellend, zeigen auch das Verhältniß des Blutcapillarnetzes zu dem Netze der Lymphröhren. Es bedeckt dasselbe wie eine Kappe und da wo es das Randgefäß bildet, ist ebenfalls wieder das terminale Lymphröhrchen in die Winkel eingeschoben, welche das Randgefäß mit den beiderseits abgehenden capillaren Zweigchen darstellt. Die größeren Blutgefäßstämmchen schließen sich größeren aufsteigenden Lymphcanälchen an, und sind auch da wieder ins Innere der Zottensubstanz aufgenommen. Dies aber eine Invagination zu nennen, ginge so wenig an, als zu sagen, es seien die arteriellen Röhrchen des Schwellkörpers im Gliede in den Blutstrom des venösen Schwellnetzes aufgenommen.

Es ergibt sich sonach eine vollständige Übereinstimmung in der Anlage der Lymphröhren in den Zottenblättern bei den beiden Geschlechtern von Rana. Der Unterschied scheint mir eben nur in der Größe der betheiligten Röhrchen zu liegen, indem bei Rana temporaria die feinsten Lymphröhrchen nicht viel größer sind als prall injicirte Blutcapillaren derselben Localität, während sie bei Rana esculenta etwas größere Durchmesser zeigen. Entschieden zahlreicher sind beim gemeinen Frosch die stärkeren Röhren, die selbst dreimal das Kaliber der Blutgefäße übertreffen, vertreten, wodurch das auffällig Grobe und Unregelmäßige an diesen Netzen zu Stande kommt.

Um den Zottenbau näher kennen zu lernen, habe ich auch Durchschnitte der Blätter angefertigt. Ich habe den bereits injicirten Darm in Chromsäurelösung gelegt, ihn nach einigen Tagen

in Holzessig gekocht und dann getrocknet. An freien senkrecht auf die Blättchen gerichteten Durchschnitten lassen sich die aufeinander folgenden Schichten in der Zottenmasse sehr gut unterscheiden. Man trifft unter dem Epithel die an ihren dicht eingelagerten Kernen kennbare adenoide Schichte, in welche die freien Blutgefäßcapillaren eingetragen sind, dann eine dünne Lage der Muscularis mucosae, die sich durch eine fasrige Anordnung und einzelne längliche Kerne bemerkbar macht und innerhalb dieser erst die Durchschnitte der Lymphwege.

Solche Durchschnitte machen ganz den Eindruck von Säugethierzotten, welche daher je nach der aufgestauten Menge des injicirten Berlinerblaus bald eine fadenförmige, bald eine kolbenförmige Gestalt zu haben scheinen. Die Beschreibung entnehme ich Präparaten, die sich auf die gefütterten Frösche beziehen. Die Fig. 16 bis 19 stellen die Befunde dar.

Die adenoide Schichte war auch in diesem Falle nicht sehr dick und nur so breit, daß neben einem nicht sehr ausgedehnten Capillargefäßchen noch ein adenoides Körperchen hervorsehen konnte; sie schließt also die Blutcapillaren vollständig in sich ein. Die Schichte, in welche die Muskelfasern der Schleimhaut eingetragen sind, legt sich als ein schmaler Streifen eng an die erfüllten Lymphräume an, und macht es dadurch begreiflich, wie schwer es ist eine gelungene Injection zu bekommen, so lange die Darmmusculatur noch reizbar ist.

Der am Durchschnitt sichtbare Lymphraum scheint stets ein Ganzes zu bilden, indem die Masse zu einem Klumpen zusammengeballt ist; nur dann wenn der Durchschnitt schief ging, und ein Stück nach der Fläche von dem Zottenblatte ablöste, kommt das Netz zum Vorschein. Fig. 16. *c. d.* Gewiß ist, daß man in sehr vielen Fällen, wenn die Zottenblätter prall gefüllt sind, in diesen Klumpen Extravasate erkennen muß, wie in der Fig. 16 bei *a* und *b*, insbesondere aber, wenn der Saum stark aufgetrieben ist. Dennoch konnte ich nach allem, was ich bis dahin von dem Zottennetze kannte, kaum glauben, daß alles was am Durchschnitte sichtbar ist, bloßes Extravasat sei, und dies bestimmte mich, den Spuren des Netzes dadurch nachzugehen, daß ich statt des Inhalts den Hohlraum darzustellen suchte.

Ich ging dabei von der Erwägung aus, daß jedes Zottenblatt, conform mit dem Durchschnittsbilde eine Duplicatur der adenoiden

und Muskelschichte der Mucosa vorstelle, und daß sich wie in einem cavernösen Gewebe, entsprechend den Netzlücken Balken finden müßten, welche von einem zum anderen Blatt quer gespannt den Lymphraum durchziehen. Deshalb suchte ich das Berlinerblau wieder aus dem Lymphraum heraus zu bringen, was zum Theil schon durch Einlagerung des Präparates in Essigsäure gelang; der Rest der nicht gelösten, krümlich gewordenen Farbe wurde dann mit dem Pinsel entfernt. So kam ich zu Ansichten, wie sie in Fig. 17 und 18 mit den aufgefundenen Balken dargestellt sind.

Die meisten Balken gehen quer, von Wand zu Wand frei durch den Lymphraum hindurch, wie in Fig. 17, andere wie in Fig. 18, auch in aufsteigender Richtung von der Basis des Zottenblattes zum freien Saume, diese letzteren aber geben seitliche Zweigbalken ab, die sich in die entsprechende Wand einfügen.

Von den Querbalken sind manche dicker, manche dünner, einige verzweigt, andere unverzweigt, bald quer bald schief durch den Raum gelegt; alle aber an der Abgangsstelle von der Wand verbreitert. Dicke Balken fand ich regelmäßig gegen die Mitte der Höhe des Zottenblattes, dünne und verzweigte am Saume. Die Gesammtzahl der Balken ist in manchen Durchschnittsblättchen nicht unbedeutend; gewiß aber sind nicht alle feineren Bälkchen erhalten, da ich häufig nur Stückchen von den Zottenwänden herabhängen sah, die offenbar von den Bälkchen stammen, die entweder durchrissen oder durchschnitten waren. Waren die Schnittchen dicker, so traf ich die Bäckchen in verschiedene Ebenen vertheilt, mitunter sich durchkreuzend.

Was die Substanz der Balken betrifft, so erschien sie meistens glashell; nur einmal glaube ich in dem einen Ende eines breiten Balkens Körperchen wahrgenommen zu haben, welche den adenoiden Körperchen ähnlich waren; sonst traf ich nur ein streifiges Wesen, bald mit, bald ohne längliche Kerne. Die Balken bilden somit Fortsetzungen des Zottenparenchyms, welche durch die Lymphräume hindurchgeschoben sind. Ich glaube sicher zu sein, daß die innere musculöse Lage mit in die Balken eingeht, und wenn ich bedenke, daß durch die Injection, welche die Wände des Lymphraumes auseinander treibt, die Balken mitunter sehr stark gestreckt, mitunter zerrissen werden, so muß ich auch die Möglichkeit zugeben, daß selbst das adenoide Gewebe wenigstens im Innern der dicken Balken vorkommen mag.

Die längs aufsteigenden stärkeren Trabekel sind die Leiter für die dickeren ein- und ausgehenden Blutgefäße; zum Beweise dessen dienen Fig. 18, in welcher man eine Arterie in den Balken eingelagert finden wird. Mit Ausnahme der von diesen Balken abgehenden Zweigtrabekel sah ich nie, auch bei den besten Injectionen Blutcapillaren durch den Lymphraum hindurchziehen; so daß also die Capillarnetze der beiden Blattflächen unabhängig von einander über das Lymphgefäßnetz gelegt sind, und mit einander nur vermittelst der Stämmchen und des Randgefäßes communiciren.

Ähnliche, die größeren Lymphräume durchziehende Balken, fand ich auch bei Rana temporaria.

Dieser geschilderte Bau des Zottenparenchyms erklärt es nun, wie es bei der großen Dehnbarkeit der Balken zur Bildung von großen, selbst monströs aufgedunsenen Lymphgefäßröhrchen kommen kann; wie ferner, wenn die Balken reißen, Extravasate sich bilden; es erklärt sich aber auch, daß anscheinend regellose Farbstoffklümpchen nicht immer ein Extravasat bedeuten, sondern sich bei genauerer Analyse auch als ein dicht geballtes Netz nachweisen lassen können, welches aber von der Fläche aus nicht immer zugänglich ist; theils deshalb weil die Ansatzstellen der Balken verhältnißmäßig klein sind, theils deshalb weil durch das Deckgläschen die beiden Lamellen des Zottenblattes leicht gegen einander verschoben und dadurch die Netzlücken verdeckt werden.

Die Auffindung der verschieden starken und bald leichter, bald schwieriger zerreißlichen Balken erklärt mir auch die verschieden geformten Umrisse der Zottendurchschnitte. Endlich erklärt sich auch das von *Rusconi* bemerkte und auch von mir anfangs so oft gefundene dicke Randgefäß, welches aber nichts anderes ist, als ein regelloser Canal, der durch das Einreissen der feineren, den Zottensaum durchzieheuden Bälkchen zu Stande kommt, insbesondere an Objecten, die sich bereits im ersten Stadium der Fäulniß befinden. Daß dieser Canal nicht existirt, sondern statt seiner feine terminale Röhrchen, ist aus der Fig. 14 und 15. ersichtlich.

Noch muß ich auf Fig. 19, Tab. 2 hinweisen. Dieselbe zeigt, daß das Lymphgefäßnetz der Submucosa oberflächlicher liegt, als die größeren Blutgefäßstämmchen, deren Querschnitte sich stets an oder in der Nähe der Basis des Zottenblatt-Durchschnittes finden. Dann beweist sie, daß arterielle Stämmchen ins Innere der Zotte eindrin-

gen. In *a* findet sich ein Querschnitt, in *b* ein ganzes Stück einer von der Basis, aber in gewundenem Verlauf aufsteigenden Arterie; daß es sich dabei um keine Invagination sondern nur um ein Hindurchschlingen durch das Lymphnetz handelt, habe ich bereits erwähnt. Zwischen den zwei durchschnittenen Zottenblättern tritt eine kleine longitudinale Zottenleiste mit ihrer Fläche hervor.

Ich habe nun den ganzen Gang der Untersuchung sammt allen Schwierigkeiten und den mißlichen Zufällen, die mir längere Zeit hindurch den Sachverhalt verdeckten, dargelegt, und glaube, gestützt auf die Ergebniße, welche ich bei den drei Batrachiern gewonnen habe, folgende Ansicht über den Bau der zottenartigen Erhabenheiten der Schleimhaut dieser Thiere vertreten zu können.

Die Lymphwege durchziehen in der Gestalt eines Netzes das Innere aller zottenartigen Erhabenheiten der Schleimhaut. Variabel in der Dicke der Röhrchen, je nach dem Abschnitte der Zottenfalte, bleibt sich das Netz darin constant, daß es eng geschürzt ist. Wenn es auch innerhalb eines größeren Zottenblattes in stärkere Röhrchen übergeht, so nimmt es dieselben in sich auf, und nimmt dadurch ein schwellnetzartiges Aussehen an; in dünnen Blättchen oder Abschnitten größerer Blätter breitet es sich nur nach der Fläche aus. Es rückt bis nahe an die Oberfläche, bis nahe an das capillare Blutgefäßnetz, welches in einer nicht dicken Schicht von adenoider Substanz untergebracht und von dem Lymphgefäßnetze durch eine dünne Schichte geschieden bleibt, in welcher sich die zarten Muskelfasern befinden. Diese letztere Schichte bildet somit die sichtbare Grenzschichte der Lymphwege, umgibt aber deren Netz nicht blos als Ganzes, sondern dringt in Balken aufgelöst auch in alle Lücken des Netzes ein, ganz in der Art, wie die Trabekeln eines Schwellkörpers. Nicht unwahrscheinlich ist es mir, daß sich auch die Adenoidschichte nach innen zu auflöst und innerhalb dieser Balken, wenigstens der größeren, in die Netzlücken der Lymphwege eindrängt. In diesem Falle wäre dann das Zottenparenchym mit beiden wesentlichen Gewebsbestandtheilen im Inneren der Zottenblätter in Balken aufgelöst, und würde in solchen die Netzlücken der Lymphwege durchziehen. Mit Beziehung auf die Lymphwege müßte man aber dann sagen, daß sie es sind, welche das

Parenchym durchziehen. Was dieses Verhalten der adenoiden Substanz betrifft, so wäre es vielleicht möglich, Bestimmtes darüber an Fröschen zu erfahren, die frisch eingefangen sind, und während der Verdauung getödtet werden.

Ein Vordringen der Lymphwege über die capillare Blutgefäßschichte hinaus, habe ich nie beobachtet.

In der unteren Hälfte des Dünndarmes, wo sich die longitudinalen Schleimhautfaltungen finden, läßt sich das Flächennetz der Schleimhaut viel leichter als oben, wegen der größeren Abstände der Falten demonstriren; es zeigt auch denselben Charakter wie oben. Auch hier setzt es sich in die Schleimhauterhabenheiten fort, und ballt sich in denselben, zeigt also wieder enge, aber mehr lineare Spalten, die nach der Länge der Falten geordnet sind.

Fig. 20 zeigt in der oberen Hälfte diese Netzform. In queren Zügen, paarweise die Arterien begleitend, kommen die Lymphröhren an die Basen dieser Falten, und zerfallen daselbst in auf- und absteigende Zweigchen. Bemerken muß ich noch, daß zur vollen Auflösung des stark zusammen geschobenen Netzes in den Endwülsten mit körnigen Massen injicirte Präparate verwendet worden sind.

Kaum braucht noch besonders hervorgehoben zu werden, daß auch hier das Lymphgefäßnetz von dem capillaren Blutgefäßnetz überlagert wird.

Scheinbar ganz verschieden von dieser, und doch im Wesentlichen mit derselben übereinstimmend, gestaltet sich die Anordnung der Lymphwege in der Schleimhaut des Rectums. Auch da sind die Erhabenheiten Träger eines geballten Netzes und die Zwischenräume eines nach der Fläche ausgebreiteten Gitterwerkes. Das abweichende liegt nur in dem netzförmigen Zusammengehen der Leistchen und den grübchenförmigen Zwischenräumen. Man findet daher netzförmige Züge eines geballten Lymphgefäßnetzes, von welchen dann in den Zwischenräumen ein Netz abgeht, das die Grübchen in Körbchenform umfaßt. Das Netz der geballten Lymphgefäßzüge ist in Fig. 21 bei reflectirtem Lichte nach einem mit Terpentinmasse injicirten Präparate dargestellt, die Lücken sind stellenweise frei geblieben, weil die Injectionsmasse nicht bis in die Grübchen eingedrungen ist. Dafür findet sich auch diese Partie des

Netzes in Fig. 20 ganz gut injicirt, doch ist daselbst wieder das geballte Netz der Leistchen weniger gut auflösbar. In derselben Figur ist auch der Zusammenhang des Lymphgefäßsystems des Rectums mit jenem des Dünndarmes ersichtlich gemacht.

Hat man ein Stück Rectum mit injicirten Lymph- und Blutgefäßen vor sich, so kann man sich auch da wieder von dem Aufgelagertsein der Blutcapillaren überzeugen, so daß demnach zwei in einander eingeschaltete Netze jedes Grübchen umfassen. Da die größeren Blutgefäßstämmchen längs den Basen der Schleimhautleistchen fortziehen, so werden auch sie, von oben aus betrachtet, von dem Lymphgefäßnetze umlagert erscheinen.

Denkt man sich nun, daß mit der Abnahme der Höhe und der Zahl der Leistchen sich die Schleimhaut gegen den After nach und nach vollständig ausglättet, so wird ersichtlich, daß auch das Lymphgefäßnetz im Zuge nach abwärts sich vollständig verflacht und nur so viel ballt, als dies eben die Darmmusculatur bedingt, wenn sie contrahirt die Schleimhaut in leicht verstreichbare Falten legt. So kommt es denn, daß das Lymphgefäßnetz am untersten Ende des Rectum als bloßes Flächennetz in ein ähnliches der Kloake übergeht.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Das Mittelstück des Dünndarmes mit blau injicirten Lymphgefässen, rothen Arterien und dunkel gehaltenen Venen. Vergrösserung 3.

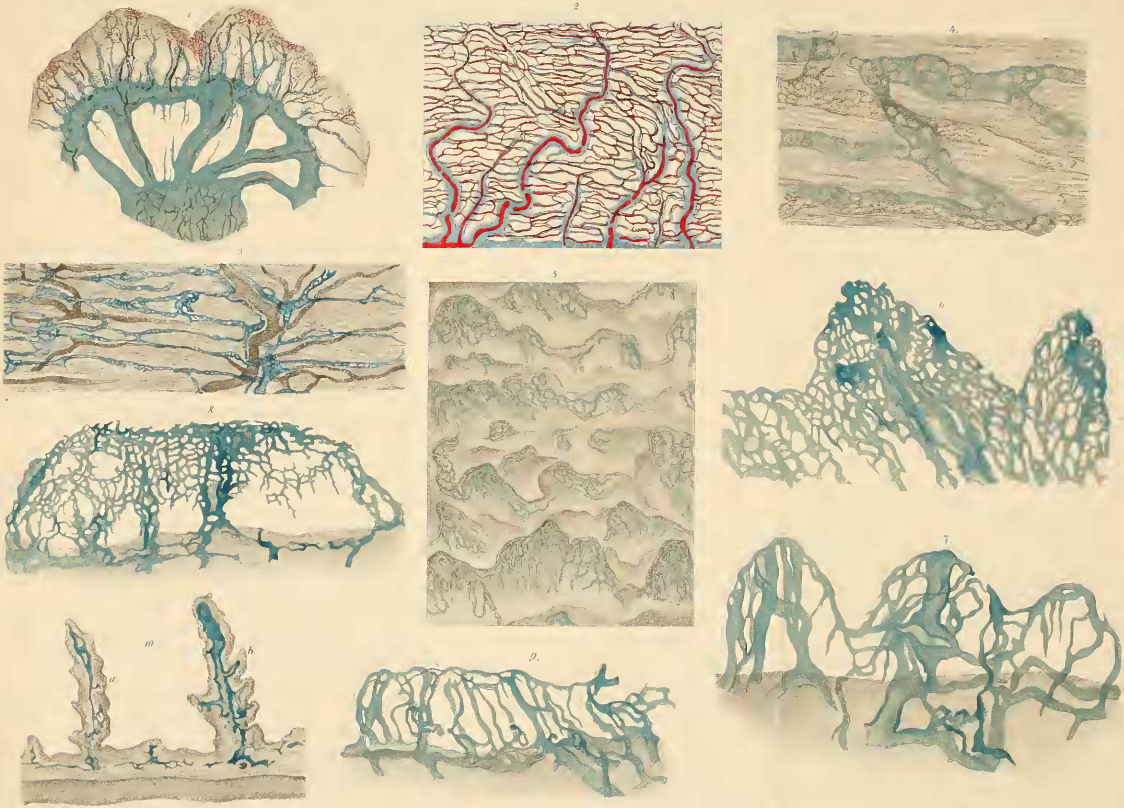
Fig. 2. Ein Theil der Oberfläche des Dünndarmes vom gemeinen Frosch mit blau injicirten Lymph- und durch die Arterien roth injicirten Blutgefässen. Vergrösserung 30.

Fig. 3 und 4. Die subserösen Lymphgefässe mit Lymphkörperchen und Berlinerblau gefüllt; die Blutgefäßcapillaren in natürlicher Füllung mit Blut. Beide Präparate von *Rana temporaria.* Vergrösserung in Fig. 3. 50., in Fig. 4 250mal.

Fig. 5. Ein Schleimhautstück aus der oberen Hälfte des Dünndarmes von *Bufo variabilis* mit injicirten Lymphgefässen der Zotten. Vergrösserung 30.

Fig. 6. Zwei zusammenhängende Zotten aus dem Anfangsstücke des Dünndarmes von *Rana temporaria* mit stellenweise vollständig injicirten Lymphgefässen. Stellenweise sitzen kleine Extravasatherde. Vergrösserung 30.

Fig. 7. Eine ähnliche Zottengruppe, nur unvollständig injicirt, zur Demonstration der grösseren Lymphcanälchen.



Gez. u. lith. v. Dr. C. Heitzmann

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LIII. Bd. I. Abth. 1866.

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei